

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-82853

(P2000-82853A)

(43) 公開日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

H 0 1 L 41/107

H 0 1 L 41/08

A 5 H 7 9 0

H 0 2 M 11/00

H 0 2 M 11/00

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平10-251090

(22) 出願日

平成10年9月4日 (1998.9.4)

(71) 出願人 000134257

株式会社トーキン

宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号

(72) 発明者 勝野 超史

宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号

株式会社トーキン内

(74) 代理人 100071272

弁理士 後藤 洋介 (外2名)

Fターム (参考) 5H790 BA06 BB15 CC01 DD00 EA02

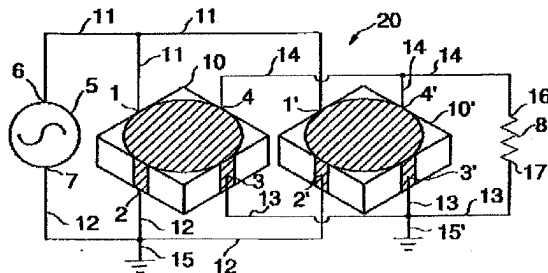
KK02

(54) 【発明の名称】 圧電トランス装置及びその駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 形状の影響を避け、同一の駆動周波数であればより大出力の獲得、高周波化で小型化を図る際には必要な出力電力を維持することが可能な圧電トランス装置及びその駆動方法を提供すること。

【解決手段】 圧電トランス装置20は、圧電セラミックスもしくは圧電単結晶を用いた複数の圧電トランス素子10、10'を備え、前記複数の圧電トランス素子10、10'の夫々の入力部に駆動用の入力信号を同時並列に印加し、1つの負荷8に接続した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電セラミックスもしくは圧電単結晶を用いた複数の圧電トランス素子を備え、前記複数の圧電トランス素子の夫々の入力部に駆動用の入力信号を同時並列に印加し、1つの負荷に接続したことを特徴とする圧電トランス装置。

【請求項2】 請求項1記載の圧電トランス装置において、前記複数の圧電トランス素子個々の共振周波数のずれの影響を避けるため、前記圧電トランス素子の駆動は、出力最大の駆動周波数よりも高周波数側にて行われることを特徴とする圧電トランス装置。

【請求項3】 圧電セラミックスもしくは圧電単結晶を用いた複数の圧電トランス素子を備えた圧電トランス装置の駆動方法であって、前記複数の圧電トランス素子の夫々の入力部に駆動用の入力信号を同時並列に印加し、1つの負荷に接続することを特徴とする圧電トランス装置の駆動方法。

【請求項4】 請求項3記載の圧電トランス装置の駆動方法において、前記複数の圧電トランス素子個々の共振周波数のずれの影響を避けるため、前記圧電トランス素子の駆動を出力最大の駆動周波数よりも高周波数側にて行うことを特徴とする圧電トランス装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧電トランス装置及びその駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】携帯テレビやノート型パソコンを始め各種携帯電子機器の普及に伴い、電磁式トランスに変わり、機械振動のエネルギーを変換媒体とする圧電トランスの検討がなされている。

【0003】一般に、負荷抵抗が数10kΩから数100kΩにもなる液晶バックライトインバータ用としては、図6に示すローゼン型圧電トランス素子50に代表される昇圧タイプが、またACアダプタやDCDCコンバータといった負荷が数10Ω程度の電源用には出力部が複数積層された図7に示すような厚み縦効果型圧電トランス素子60や図8に示すような縦-縦効果型圧電トランス素子70、図9に示すような横-横効果型圧電トランス素子80、あるいは図10に示すような拡がり振動モード等を用いた圧電トランス素子10が考案されている。

【0004】これらの圧電トランス素子は、電磁トランスと比較してエネルギー密度が高いことから、同出力の電磁トランスと比較して小型化が期待できるものである。この圧電トランス素子の出力電力 P_{out} は、次の数1式のように質量 m 、振動速度 V の二乗、電気機械結合係数 k の二乗、駆動周波数 f の積に、概略比例することが知られている。

【0005】

【数1】

$$P_{out} = k_{eff}^2 \times V^2 \times f \times m \quad \dots (1)$$

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前述した従来の圧電トランス素子において、上記数1式によると、トランスを小さくしながら出力電力を維持するため、またトランスを大きくせずに出力電力を増大するためには、 k^2 、 V^2 、 f のいずれかを大きくすればよいことになる。ここで、 k および V は、材質によって概ね決定され、更に最適条件下で最大に設定されて用いられるものであるから、材料特性を現状のままとすれば、 f を大きく、即ち、高周波化する必要がある。

【0007】一方、圧電トランス素子に限らず、圧電振動子の共振周波数は、概ね寸法に反比例するものであり、例えば、矩形板の長さ振動を用いた場合では、断面形状を変えずに長さ寸法を半分にして駆動周波数を2倍にした場合、上記数1式によれば、 m が半減しても f が2倍になるから出力電力は維持されるはずである。

【0008】しかしながら、実際には、図11の曲線61、62に示される様に、形状によって振動しやすさが異なり、 k_{eff} が低下してしまうことから出力電力を維持する事が困難になってくる。

【0009】特に、図10の拡がりモードを用いた圧電トランス素子10の場合、駆動周波数が直径に反比例することから、同様に2倍の高周波化をはかるために（厚みを変えずに）直径を半分にすると体積が4分の1になってしまう。

【0010】また、上記数1式から、厚みを2倍にすれば、単純に体積は満足できるが、実際には、円板状の振動子が急速に円柱状になることから、長さ振動の場合よりも k_{eff} が低下しやすくなる。これらのことは、大きさを変化させずに、出力電力を増大する場合も同様である。

【0011】このように高周波化によって、圧電トランスの小型化を図る際には、形状の悪化による振動子特性の低下という問題を検討する必要がある。

【0012】そこで、複数の圧電トランス素子の入力部に、単一の電源からの入力信号を印加し、それぞれの出力部を単一の負荷に接続するならば、上記数1式において、質量 m の増大が図れる上に、個々の圧電トランスは良好な形状のままで良いから、振動子特性の低下という問題を避けることが出来る。これによって高周波化に伴う出力電力の維持あるいは現状周波数のままでの出力電力の増大という課題に対し一定の解決策とすることが出来る。

【0013】更に、本発明者らは、検証実験として、並列に駆動する場合の個々の圧電トランス素子の共振周波数のばらつきを検討してみた。即ち、図2の回路図において圧電トランス素子を構成するそれぞれの回路素子に

対してばらつきを考慮して解析を行った。その結果、圧電トランスの直列共振、即ち、 L 、 C のばらつきが出力特性に大きく影響することが判明した。

【0014】例えば、図2において、 L 、 C にそれぞれ2%のばらつきを考慮して出力電力、効率を計算した結果を図12に示す。図12においてそれぞれの圧電トランス素子の直列共振周波数の近辺に、効率が大きく低下する領域71が存在し、出力電力が極端に変動している。これは直列共振周波数の僅かなばらつきによって、負荷からみた個々の圧電トランス素子の出力インピーダンスが異なるため、より低い側の出力インピーダンスの影響を受け、出力の極端な変動が生じるものと考えられる。

【0015】実際の圧電トランス素子の駆動では、このような効率の低下は極端な温度上昇となることが予想されることから、この領域で駆動することは好ましくない。

【0016】一方、出力電力のピークよりも高周波側においては、個々の圧電トランス素子の出力インピーダンスは同様に異なっていると考えられるが、この領域ではインピーダンスが最大になる並列共振の近辺であることから高インピーダンス領域となるために、大きな出力電力の変動がみられなくなるものと考えられる。即ち、並列駆動の場合には、個々の圧電トランス素子の共振周波数のばらつきを避けるため、圧電トランスの出力インピーダンスが高くなる、出力電力最大付近からより高周波領域で駆動する必要がある。

【0017】そこで、本発明の技術的課題は、形状の影響を避け、同一の駆動周波数であればより大出力の獲得、高周波化で小型化を図る際には必要な出力電力を維持することが可能な圧電トランス装置及びその駆動方法を提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、本発明によれば、圧電セラミックスもしくは圧電単結晶を用いた複数の圧電トランス素子を備え、前記複数の圧電トランス素子の夫々の入力部に駆動用の入力信号を同時並列に印加し、1つの負荷に接続したことを特徴とする圧電トランス装置が得られる。

【0019】また、本発明によれば、前記圧電トランス装置において、前記複数の圧電トランス素子個々の共振周波数のずれの影響を避けるため、前記圧電トランス素子の駆動は、出力最大の駆動周波数よりも高周波側にて行われることを特徴とする圧電トランス装置が得られる。

【0020】また、本発明によれば、圧電セラミックスもしくは圧電単結晶を用いた複数の圧電トランス素子を備えた圧電トランス装置の駆動方法であって、前記複数の圧電トランス素子の夫々の入力部に駆動用の入力信号を同時並列に印加し、1つの負荷に接続することを特徴

とする圧電トランス装置の駆動方法が得られる。

【0021】さらに、本発明によれば、前記圧電トランス装置の駆動方法において、前記複数の圧電トランス素子個々の共振周波数のずれの影響を避けるため、前記圧電トランス素子の駆動を出力最大の駆動周波数よりも高周波側にて行うことを特徴とする圧電トランス装置の駆動方法が得られる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0023】図1は本発明の実施の形態による圧電トランス装置の結線概略図を、図2は図1の圧電トランス装置の等価回路図を夫々示す。

【0024】図1及び図2を参照すると、圧電トランス装置20は、並列の圧電トランス素子10、10'を備えている。圧電トランス素子10、10'は、図10に示されるものと同様の圧電トランス素子である。

【0025】一つの圧電トランス素子10の側面には、1次側端子である入力側端子電極1、2、及び2次側端子である出力側端子電極3、4が夫々形成されている。また、他の圧電トランス素子10'の側面にも同様に入力端子電極1'、2'及び出力端子電極3'、4'が夫々形成されている。即ち、電源5及び負荷8に、圧電トランス素子10、10'が並列に接続されている。

【0026】具体的には、入力端子電極1、1'はリード線11を介して夫々電源5の一端6に接続され、入力端子電極2、2'は、リード線12を介して夫々電源5の他端7及びアース端子に夫々接続されている。

【0027】また、出力端子電極3、3'はリード線13を介して夫々負荷8の一端17及びアース端子15'に夫々接続され、出力端子電極4、4'は、リード線14を介して電源負荷8の他端16に夫々接続されている。

【0028】図2に示すように、圧電トランス素子10は、等価回路において、入力端子電極1、2間が一次側コイルとなるとともに、これに並列にキャパシタ $Cd1$ (1.96 n) が挿入され、一次側コイルと入力端子電極1との間に、インダクタンス L (8.77 m)、キャパシタンス C (0.146 n)、及び抵抗 R (13.4) が直列に挿入されており、出力端子電極3、4間が2次側コイルとなるとともに、この2次側コイルにキャパシタ $Cd2$ (18.1 n) が並列に挿入された構成を示している。

【0029】同様に、圧電トランス素子10'は、等価回路において、入力端子電極1'、2'間が一次側コイルとなるとともに、これに並列にキャパシタ $Cd1'$ (1.96 n) が挿入され、一次側コイルと入力端子電極1'との間に L' (8.77 m)、 C' (0.146 n)、 R' (13.4) が直列に挿入されており、出力端子電極3'、4'間が2次側コイルとなるとともに、

10

20

30

40

50

この2次側コイルにキャパシタ C_d (18.1n) が並列に挿入された構成を示している。

【0030】次に、このような構成の本発明の実施の形態による圧電トランス装置の特性を評価した。評価に用いた圧電トランス素子10、10'は、図10に示すような大きさ $13 \times 13 \times 3$ mmの正方形板形状のものである。内部は、厚み方向に複数の電極が積層された構造であり、140kHz近辺でも正方形板の広がり振動モードが励振される。

【0031】尚、本発明においては、圧電トランス素子は、図6から図10のいずれの振動モードの圧電トランスであっても同様の効果が得られる。

【0032】1つの電源で2つの圧電トランス素子を駆動するために、入力信号は並列にそれぞれの圧電トランスに印加される。また、負荷としては2個の圧電トランス素子の出力側の制動容量が負荷からみれば並列に接続されることから、最も効率よく出力を伝達するため、下記数2式に合わせた負荷抵抗を接続した。

【0033】

$$R_L = 1 / 2 \omega C_d \quad \dots (2)$$

【0034】ここで、上記数2式において、 ω は角周波数、 C_d は、1個の圧電トランス素子の出力側制動容量である。

【0035】ここで、図3に、比較例としてhikaku並列に接続された圧電トランス素子の1つ1つの単体での出力特性を示す。また、図4に本発明の並列接続の場合の出力特性を示す。さらに、図5には、並列駆動の場合との比較のため、図10の圧電トランス素子と同一直径で（即ち、同一の共振周波数）ありながら単体で2倍の出力電力を得ることを目的とし単純に厚さを、図5に示す圧電トランス素子10の2倍にし、外形形状が $13 \times 13 \times 6$ mmである圧電トランス素子の場合の出力特性を示してある。ここで、形状の影響による振動子特性の劣化が無ければ、厚さを2倍にしたことで、この圧電トランスの出力電力は2倍になるはずである。

【0036】尚、図3の比較例において、圧電トランス素子10の特性で、曲線31は、圧電トランス素子10についての効率cal（理論値）、曲線32は効率means（実測値）、曲線33は出力電力cal（理論値）、曲線34は、出力電圧means（実測値）、曲線35は、温度変化 ΔT means（実測値）を夫々示している。

【0037】また、図4において、圧電トランス装置20の特性で、曲線41は、効率cal（理論値）、曲線42は効率means（実測値）、曲線43は出力電力cal（理論値）、曲線44は出力電圧means（実測値）、曲線45は、温度変化 ΔT means（実測値）を夫々示している。

【0038】さらに、図5の比較例において、圧電トランス素子40の特性であり、曲線51は効率means（実測値）、曲線52は出力電圧means（実測値）、曲線53は、温度変化 ΔT means（実測値）を夫々示している。

【0039】図3乃至図5に示すように、温度上昇25℃での出力電力を定格出力電力と仮定すると、並列に接続した場合、圧電トランス素子単体での定格出力電力は、12Wであるのに対し、並列駆動では、約2倍の出力電力が得られていることが分る。

【0040】一方、圧電トランス素子10について、単純に厚さを2倍にした場合には、定格出力電力は14W程度に過ぎず、形状の影響が出力電力の増大に悪影響を与えていることが分る。

【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、個々の圧電トランス素子は、振動子として振動の容易な形状を維持したまま、総合での出力電力を維持、あるいは増大することが可能となる圧電トランス装置及びその駆動方法を提供することができる。

【0042】また、本発明によれば、個々の圧電トランス素子の共振特性のずれ、ばらつきを考慮し、影響の少ない駆動を行うことが可能な圧電トランス装置及びその駆動方法を提供することができる。

【0043】さらに、本発明によれば、形状の影響を避け、同一の駆動周波数であればより大出力の獲得、高周波化で小型化を図る際には必要な出力電力を維持することが可能な圧電トランス装置及びその駆動方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態による圧電トランス装置の結線概略図である。

【図2】図1の圧電トランス装置の回路図である。

【図3】圧電トランス素子単体での出力特性を示す図である。

【図4】圧電トランス素子を並列に接続した場合の出力特性を示す図である。

【図5】厚みを2倍にした圧電トランス素子単体での出力特性を示す図である。

【図6】従来技術によるインバート用圧電トランス素子を示す斜視図である。

【図7】従来技術による厚み縦振動モード型圧電トランス素子を示す斜視図である。

【図8】従来技術による横一横振動モード型圧電トランス素子を示す斜視図である。

【図9】従来技術による縦一縦振動モード型圧電トランス素子を示す斜視図である。

【図10】従来技術による広がり振動モード型圧電トランス素子を示す斜視図である。

【図11】周波数と形状の関係（広がり振動と長さ振動

の場合)を示す図である。

【図12】出力電力、効率に対する共振周波数のばらつきの影響を示す図である。

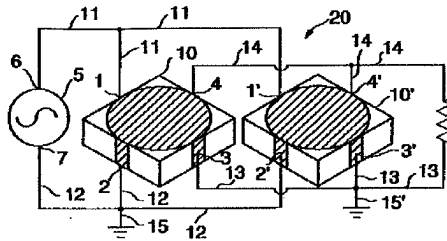
【符号の説明】

- 1, 1' , 2, 2' 入力端子電極
3, 3' , 4, 4' 出力端子電極
5 駆動電源
8 負荷
10 圧電トランス素子
11, 12, 13, 14 リード線

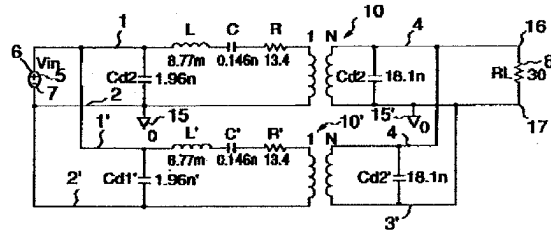
- 31, 41 効率cal (理論値)
32, 42, 51 効率means (実測値)
33, 43 出力電力cal (理論値)
34, 44, 52 出力電力means (実測値)
35, 45, 53 ΔT means
50 インバータ用圧電トランス素子
60 厚み縦振動モード型圧電トランス素子
70 縦振動モード型圧電トランス素子
80 縦-縦振動モード型圧電トランス素子

10

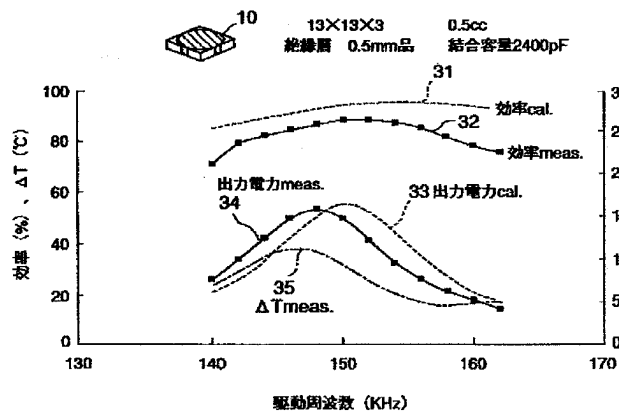
【図1】



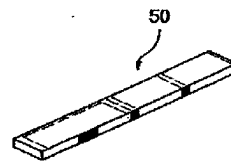
【図2】



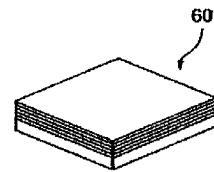
【図3】



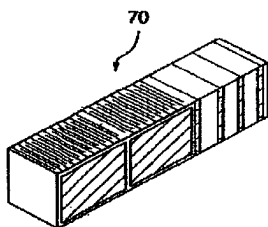
【図6】



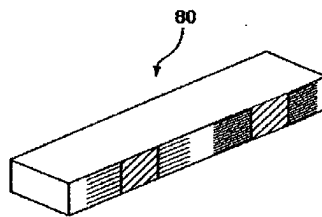
【図7】



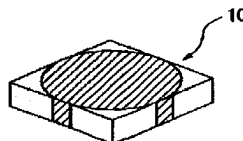
【図8】



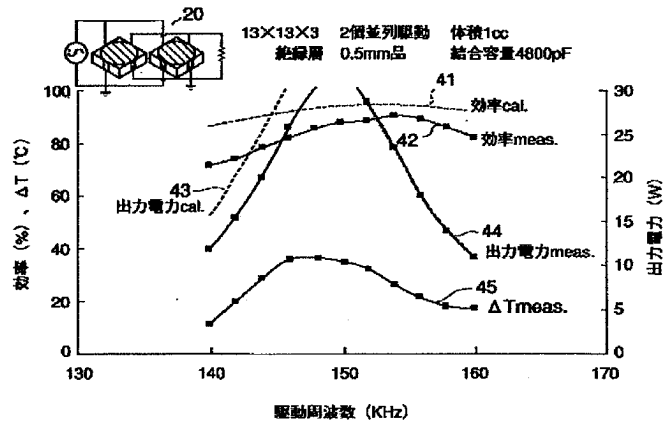
【図9】



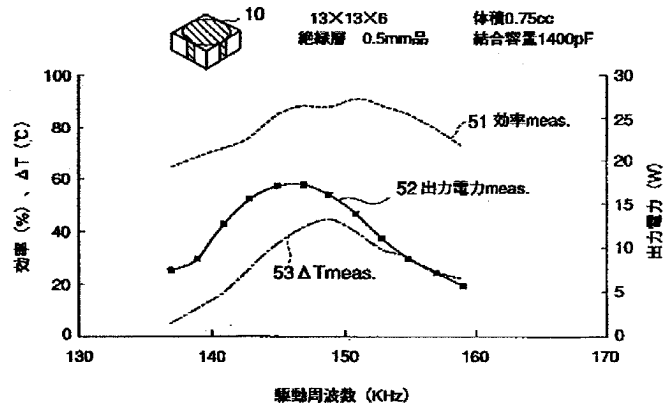
【図10】



【図4】

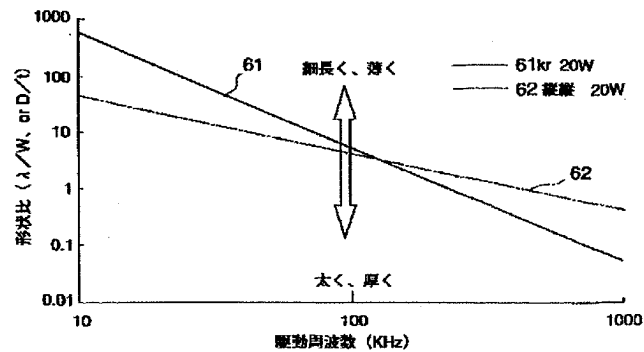


【図5】



【図11】

駆動周波数と形状比の関係 (計算値)



【図12】

